

4



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 54 035 A 1**

⑥① Int. Cl.⁶:
C 09 K 5/06
B 01 J 13/02
// F24F 5/00, B60H
1/00

②① Aktenzeichen: 196 54 035.6
②② Anmeldetag: 23. 12. 96
②③ Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 196 54 035 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
22.12.95 JP 7-334835 14.02.96 JP 8-26543
⑦① Anmelder:
Osaka Gas Co. Ltd., Osaka, JP; Mitsubishi Paper
Mills, Ltd., Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
Lemcke Brommer & Partner, 76133 Karlsruhe

⑦② Erfinder:
Ishiguro, Mamoru, Tokio/Tokyo, JP; Setoguchi,
Tetsuo, Osaka, JP; Kishimoto, Akira, Osaka, JP;
Akamatsu, Yukihiro, Hirakata, Osaka, JP; Maeda,
Shigehiro, ., ZZ; Yoshikawa, Masaaki, Osaka, JP;
Nakanishi, Yasunori, Nishimomiya, Hyogo, JP;
Chikazawa, Akio, Osaka, JP; Nakahira, Takatoshi,
Osaka, JP

⑥④ Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion

⑥⑦ Eine wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion bein-
hält eine Mikrokapsel, die als wärmeakkumulierendes
Material kleinen Durchmessers zur Verfügung steht, welches
eine organische Verbindung beinhaltet, die in Zusammen-
hang mit einem Phasenübergang ihrerseits als wärmeakku-
mulierendes Material fungiert, welches in der Mikrokapsel
untergebracht ist, ein fluides Wärmetransfermedium, wel-
ches eine Anzahl von stabil darin dispergierten Mikrokapseln
beinhaltet, und eine Anzahl von thermische Grenzschichten
umrührenden Partikeln, welche im fluiden Wärmetransfer-
medium dispergiert sind. Die umrührenden Partikel haben
einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens
zwischen 0,1 x D und 1,9 x D bezogen auf die Schichtdicke D
der thermischen Grenzschicht, die innerhalb einer wärme-
austauschenden Passage gebildet ist, durch welche die
Dispersion zu fließen verursacht wird. Die Partikel rühren die
thermische Grenzschicht in Verbindung mit ihrer Eigenbe-
wegung innerhalb der wärmeaustauschenden Passage um.

DE 196 54 035 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gattung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion und insbesondere eine Mikrokapsel-Dispersion, die in einem stabilen Dispersionszustand im Wärmetransfer-Fluidmedium eine Anzahl von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln beinhaltet, die jeweils eine Mikrokapsel haben, worin eine organische Verbindung untergebracht ist, die in Verbindung mit einem Phasenwechsel ihrerseits als wärmeakkumulierendes Material fungiert. Die wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion kann als Wärmetransfermedium benutzt werden beim Einsatz z. B. in einem Klimatisierungssystem wie einem Nahbereichsluftheizungssystem oder einem Innenraumlufthaltungssystem.

2. Beschreibung des Standes der Technik

Es gibt bekannte wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersionen des oben genannten Typs einschließlich, in einem stabilen Dispersionszustand im Wasser, einer Anzahl von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln, die z. B. aus Melaminharz hergestellt sind und die Mikrokapseln haben, in denen wärmeakkumulierendes Material wie Tetradecan, Paraffin, Wachs oder dergleichen untergebracht ist.

Um solche wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersionen wie oben herzustellen, werden das wärmeakkumulierende Material und ein Prepolymer aus Melaminharz miteinander polymerisiert, während sie dispergiert und im Wasser emulgiert werden. Als Ergebnis erhält man die Dispersion, bei welcher wärmeakkumulierende Mikrokapseln, die jeweils einen Kern haben, der hauptsächlich aus wärmeakkumulierendem Material geformt ist bedeckt mit einer äußeren Kapsellage der Harzbeschichtung, auf stabile Art und Weise im Wasser dispergiert sind.

Die wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion der obengenannten Art hat eine größere Viskosität als z. B. Wasser alleine, weil die Dispersion Mikrokapseln beinhaltet, die darin dispergiert sind. Und diese Viskosität neigt dazu bei der Benutzung der Dispersion anzuwachsen.

Auf der anderen Seite, bezüglich der Wärmeakkumulationskapazität, hat die Dispersion eine höhere Kapazität als das fluide Wärmetransfermedium alleine. Um eine bestimmte fixe Menge von Wärmetransferkapazität zu erhalten, ist es so möglich, indem einfach eine kleinere Menge der Dispersion in einer Zirkulationspassage zirkuliert wird, die zwischen einem wärmeaufnehmenden und einem Wärme zur Verfügung stellenden Ende vorgesehen ist. Das heißt, selbst wenn der Durchmesser der Leitung, die für diese Passage eingesetzt wird, reduziert wird, kann man die gleiche Menge an Wärmetransferkapazität erhalten.

Wie in Fig. 2 dargestellt, ist die oben beschriebene wärmeakkumulierende Mikrokapseldispersion dafür verantwortlich, daß die Wärme zwischen einem wärmeempfangenden Ende eines Wärmeaustauschers und einem Wärme zur Verfügung stellenden Ende eines Wärmeaustauschers transferiert wird. Dann wird man, um es dem Wärmeaustausch zu erlauben, effizient stattzufinden, wird man auf das Problem der Wärmetransferleistung zwischen der Dispersion und der inneren Wand der Passage stoßen, die die wärmeaustauschende Passage bildet, in welcher die Dispersion verläuft.

Im allgemeinen ist die Wärmetransferrate in einer solchen Umgebung wie oben eine Funktion der Reynoldszahl, die die Fließbedingungen des Fluids repräsentiert. Eine kleinere Reynoldszahl resultiert in einer kleineren Wärmetransferrate.

Das obige wird genauer mit Bezug auf Fig. 6 beschrieben. In dieser Fig. 6 repräsentiert die horizontale Achse die Reynoldszahl (Re) des Dispersionsflusses, während die vertikale Achse die Wärmetransferrate (h_i) zwischen der Wand der Passage und der Dispersion repräsentiert. Eine abwechselnd lang und kurz gestrichelte Linie indiziert die Abhängigkeit zwischen der Reynoldszahl (Re) von Wasser, das normalerweise benutzt wird und der Wärmetransferrate (h_i). Eine Linie aus einer Kette weißer runder Punkte indiziert die Abhängigkeit für die konventionelle Dispersion einschließlich der konventionellen wärmeakkumulierenden Mikrokapseln (die Mikrokapsel hat einen Durchmesser des mittleren Teilchenvolumens von weniger als 5 Mikrometern und zeigt in Wasser dispergiert ein Teilchenverteilungsmuster, wie es in Fig. 4 offenbart ist).

Unter weiterem Bezug auf die gleiche Figur stellt die Marke "Reynolds" (nahe 10 000) eine typische Reynoldszahl dar, die man mit einem System erhält, das Wasser alleine als operational es Medium benutzt. Die weitere Markierung "Renew" (nahe 1250) bezeichnet eine typische Reynoldszahl, die man mit einem System erhält, das eine Dispersion einschließlich darin in stabiler Weise dispergierter Mikrokapseln benutzt.

Wie man aus Fig. 6 verstehen kann, nimmt die Wärmetransferrate im Falle der Benutzung von Wasser alleine oder der konventionellen Mikrokapsel mit Abnahme der Reynoldszahl ab. Die Wärmetransferrate hiold im Falle des Gebrauchs von Wasser alleine bei Reold ist signifikant höher als das Wärmetransferverhältnis hinew im Fall des Gebrauchs konventioneller dispergierter Mikrokapseln bei Renew. Diesbezüglich gibt es Raum für Verbesserungen.

Das heißt, wenn die wärmeakkumulierende Kapsel benutzt wird, während sie stabil in dem fluiden Wärmetransfermedium dispergiert ist, um eine bestimmte Wärmetransfermenge sicherzustellen, ist es erwünscht, die Wärmetransferrate zwischen dieser Dispersion und der Wand der Wärmeaustauschpassage, durch welche die Dispersion fließen muß, zu verbessern.

Folglich ist es mit Hinsicht auf die oben beschriebenen Nachteile des Standes der Technik ein primäres Ziel der vorliegenden Erfindung, eine wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion zu erhalten, die eine höhere

Wärmetransferrate zwischen dieser Dispersion und dem Mittel zur Verfügung stellt, das die Passage bildet, durch welche die Dispersion fließen muß.

Zusammenfassung der Erfindung

Zur Erreichung des obengenannten Zieles enthält die wärmeakkumulierende Mikrokapseldispersion bezüglich der vorliegenden Erfindung:

eine Mikrokapsel, die als ein wärmeakkumulierendes Material kleinen Durchmessers vorgesehen ist, die eine organische Verbindung enthält, die als wärmeakkumulierende Materialie in Verbindung mit einem Phasenwechsel ihrerseits untergebracht in der Mikrokapsel fungiert;

ein fluides Wärmetransfermedium einschließlich einer Anzahl darin stabil dispergierter Mikrokapseln; und eine Anzahl thermale Grenzschichten umrührender Partikel, die in dem fluiden Wärmetransfermedium dispergiert sind, wobei die Partikel einen Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens zwischen $0,1 \times D$ und $1,9 \times D$ bezüglich einer Schichtdicke D einer thermalen Grenzschicht haben, die in einer wärmeaustauschenden Passage besteht, durch welche die Dispersion fließen muß, und wobei die Partikel die thermische Grenzschicht in Verbindung mit ihrer Bewegung in der wärmeaustauschenden Passage umrühren.

Die wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion wird im Betrieb in einem Bereich kleiner als die kritische Reynoldszahl benutzt. In solch einem Fall gibt es, wenn die Dispersion in der wärmeaustauschenden Passage fließt, eine thermische Grenzschicht einer relativ großen Dicke angrenzend an die innere Wandoberfläche der Passage.

Beim oben beschriebenen Wärmetransfer bestimmt die thermale Grenzschicht die Rate dieses Wärmetransfers. Folglich ist es effektiv, das vorliegende Fluid in dieser thermischen Grenzschicht umzurühren, wenn die Wärmetransferrate wie beim Ziel der vorliegenden Erfindung verbessert werden muß.

Folglich gibt es in der wärmeakkumulierenden Mikrokapseldispersion bezüglich der vorliegenden Erfindung dispergierte, die thermische Grenzschicht umrührende Partikel, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens innerhalb eines vorgegebenen Bereiches in Relation mit der Dicke der thermischen Grenzschicht haben. So darf eine höhere Wärmetransferrate sichergestellt sein, wenn die die thermische Grenze umrührenden Partikel die thermische Grenzschicht umrühren, die angrenzend an die Wandoberfläche der wärmeaustauschenden Passage besteht. Infolgedessen kann im Falle der Benutzung wärmeakkumulierender Mikrokapseln die Dispersion, die diese Kapseln enthält, nützlicher für die Anwendungen sein.

Bezüglich des Obigen pflegt, wenn der Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens größer als der oben definierte Bereich ist, das Problem von in der Dispersion aufzutreten. Wenn umgekehrt der Durchmesser kleiner als dieser Bereich ist, pflegt eine Verschlechterung des Umrühreffekts aufzutreten.

Bezüglich eines Aspekts der vorliegenden Erfindung hat die wärmeakkumulierende Mikrokapsel kleinen Durchmessers einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens zwischen 1 und 5 μm ; wobei sich der Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens des die thermische Grenze umrührenden Partikels von nicht kleiner als 5 μm bis kleiner als 100 μm erstreckt.

Bezüglich der oben beschriebenen wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers wird Material, das ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser hat, wie aliphatische Kohlenwasserstoff-Verbindungen, oft als wärmeakkumulierendes Material eingesetzt. Deshalb pflegt, wenn der Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens dieser Mikrokapsel größer als der vorgeschriebene Bereich ist, eine Separation zwischen der Mikrokapsel und dem fluiden Transfermedium aufzutreten. Aus diesem Grund kann diese Dispersion stabil beeinflusst werden, indem der Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens der wärmeakkumulierenden Mikrokapsel innerhalb des vorbestimmten Bereiches (d. h. 1 bis 5 μm) limitiert ist, sogar dann wenn die wärmeakkumulierenden Mikrokapseln allein in dem fluiden Transfermedium zu dispergieren sind. Diesbezüglich wird die Dispersion dazu neigen, ungleichmäßig zu sein, wenn der Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens größer als 5 μm ist. Wenn umgekehrt der Durchmesser nicht größer als 1 μm ist, wird die Herstellung der Mikrokapsel schwierig und auch ihre Wärmetransferkapazität geringer.

Andererseits sollte unter einer normalen Betriebsbedingung beim Gebrauch der oben beschriebenen wärmeakkumulierenden Mikrokapsel der Partikeldurchmesser nicht kleiner als 5 μm und kleiner als 100 μm (vorzugsweise zwischen 10 und 100 μm) sein, um in der Lage zu sein, die thermische Grenzschicht in dem Dispersionsfluß umzurühren. Entsprechend werden thermische Grenzschicht umrührende Partikel, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens korrespondierend mit dem obigen Bereich haben, in der Dispersion getrennt dispergiert werden. So kann die Wärmetransferrate verbessert werden, wenn die die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel, die den oben spezifizierten Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens haben, die thermische Grenzschicht effizient umrühren. Als Ergebnis hat man durch den Gebrauch von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln eine nützlichere Dispersion erzielt.

In der oben beschriebenen wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersion enthalten die die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel vorzugsweise wärmeakkumulierende Mikrokapseln großen Durchmessers, die jeweils eine Mikrokapsel haben, worin eine organische Verbindung untergebracht ist, die in Verbindung mit einem Phasenwechsel ihrerseits als wärmeakkumulierendes Material fungiert.

In diesem Falle erhält das die thermische Grenzschicht umrührende Partikel die Fähigkeit der Wärmeakkumulation in Verbindung zu der Fähigkeit, die thermische Grenzschicht umzurühren. Deshalb kann die wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion, die dieses Partikel benutzt, im Vergleich mit der konventionellen Technik sowohl eine Fähigkeit größerer Wärmeakkumulation als auch eine relativ hohe Wärmetransferrate erhalten.

Vorzugsweise sind in der obigen Konstruktion die wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers und die wärmeakkumulierenden Mikrokapseln großen Durchmessers in einem Verhältnis zwischen 49 : 1 bis 1 : 1 gemischt.

Dieses Mischungsverhältnis ist passend, um eine stabile Dispersion der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers im fluiden Transfermedium und auch eine stabile Dispersion der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln großen Durchmessers darin zu erhalten. Als ein Ergebnis kann man eine wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion erhalten, die die vorteilhafte Eigenschaft der Mikrokapseln hat, kaum von dem fluiden Transfermedium separiert zu sein.

Wenn im Obigen die Menge der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln großen Durchmessers größer ist als der oben spezifizierte Bereich des Mischungsverhältnisses, wird eine Separation wahrscheinlicher auftreten. Umgekehrt wird es schwierig werden, die Wärmetransferrate zu erhöhen, wenn die Menge kleiner als der Bereich ist.

Im Falle der hier zuvor beschriebenen die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel sind die Partikel in Form von Mikrokapseln vorgesehen. Jedoch brauchen diese Partikel für den Zweck der Erreichung einer größeren Wärmetransferrate und auch einer Fähigkeit der Wärmeakkumulation, die so gut wie oder besser als die der konventionellen Dispersion ist, keine Mikrokapseln zu sein. Die Partikel können die erwartete Verbesserung der Leistungsfähigkeit so lange erzielen, als sie den essentiellen Effekt haben die thermische Grenzschicht umzurühren.

Dann schließen die die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel entsprechend dem oben beschriebenen Ziel vorzugsweise eine oder mehrere Varianten ein, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Melaminharzpartikeln, Carbamidharzpartikeln, Polyethylenpartikeln, Carbonpulver und Weizenmehl bestehen.

Im obigen Fall können auch diese Partikel oder pulverartigen Materialien die thermische Grenzschicht effizient durchmischen, so daß eine Verbesserung der Wärmetransferrate erreicht wird und in Konsequenz die Menge der transferierten Wärme ansteigt.

In den oben beschriebenen Konstruktionen enthält die organische Verbindung, die als wärmeakkumulierendes Material in Verbindung mit einem Phasenübergang ihrerseits fungiert, vorzugsweise eine aliphatische Kohlenwasserstoffverbindung.

Im obigen Fall ist es möglich eine hohe wärmeakkumulierende Kapazität pro Einheitsvolumen zu erzielen. Ferner kann der Wärmeverlust vorteilhafterweise eingeschränkt werden, da trotz der großen wärmeakkumulierenden Kapazität keine signifikante Temperaturdifferenz entwickelt wird. Weiterhin ist es bei Benutzung einer aliphatischen Hydrocarbonverbindung möglich unter Verwendung weithin und kostengünstig erhältlichen Materials, eine wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion zu erhalten, die stabile Eigenschaften hat. Vorzugsweise enthält die aliphatische Hydrocarbonverbindung eine Mischung aus Hexadecan und Pentadecan.

Wenn zwei Arten von wärmeakkumulierenden Materialien zusammengemischt werden, erzielt die resultierende Mischung im allgemeinen kaum intermediäre Wärmeeigenschaften zwischen den beiden. Eher wird für die Mischung eine Abnahme des Schmelzpunktes und des Erstarrungspunktes und weiterhin eine Abnahme der Menge der Schmelzwärme resultieren. Es kann deshalb gesagt werden, daß es schwierig ist, alle Bedingungen zu befriedigen und daß solch eine Mischung im allgemeinen die thermischen Eigenschaften widrig beeinflusst. Im Gegensatz dazu wurde herausgefunden, daß die oben beschriebene Kombination von zwei Arten dahingehend speziell ist, daß die Kombination nicht in einer Abnahme des Schmelzpunktes oder des Erstarrungspunktes noch in einer signifikanten Reduzierung der Menge der Schmelzwärme resultiert. Auf der anderen Seite werden andere Kombinationen von Hexadecan und Tetradecan oder Kombinationen von Pentadecan und einer anderen Verbindung als aliphatischer Kohlenwasserstoffe z. B. überhaupt keinen Vorteil der Mischung liefern, da diese Kombinationen lediglich in einer signifikanten Abnahme des Erstarrungspunktes einer signifikanten Reduktion der Menge der Schmelzwärme oder einer Verbreiterung des Bereichs der Phasenübergangstemperatur resultieren.

Um eine Menge an Schmelz- und Erstarrungswärme von mehr als 30 kcal/kg pro absolutem trockenem Einheitsgewicht der Kapsel im obigen Temperaturbereich zu akkumulieren, liegt das Mischungsverhältnis zwischen Hexadecan und Pentadecan vorzugsweise zwischen 8 : 2 und 1 : 9, weiter bevorzugt zwischen 7 : 3 und 2 : 8. Wenn die Menge an Hexadecan größer als das obige Verhältnis ist, dann wird der Schmelzpunkt der Mischung jenseits des erwünschten Temperaturbereiches wachsen. Wenn auf der anderen Seite die Menge an Pentadecan größer als das obige Verhältnis ist, dann werden ein übermäßiger Abfall des Erstarrungspunktes und eine Reduktion der Schmelzwärme in der Mischung auftreten und es wird wiederum eine nachteilige Abweichung vom gewünschten Temperaturbereich stattfinden.

Für die Methode, die von der vorliegenden Erfindung zur Einkapselung der dem Phasenübergang unterworfenen Verbindung in die Mikrokapsel verwendet wird, ist es möglich, solche Methoden anzuwenden wie Koazervation, Oberflächenpolymerisation, in situ-Methoden oder Methoden, die Hefepilze benutzen (siehe z. B. japanische Offenlegungsschrift Nr. 63-88033). Der Effekt der Erfindung kann durch die Benutzung irgendeiner dieser Methoden erzielt werden.

Der Partikeldurchmesser der Mikrokapsel wird durch die Auswahl der Maschinen angepaßt, wie Emulgierer oder Dispergierer, welche fähig sind eine große Scherkraft anzuwenden, um einen vorbestimmten Partikeldurchmesser zu erhalten, oder durch die Auswahl der Temperatur und der Zeitperiode, die für das Emulgieren der Dispersion benutzt wird. Vorzugsweise ist der Partikeldurchmesser zwischen 0,1 und 5 µm. Wenn der Partikeldurchmesser 5 µm überschreitet, wird die Mikrokapsel dazu neigen, der Scherkraft während der Flußbewegung unterworfen zu werden und durch diese Kraft zerstört zu werden. Um umgekehrt einen Partikeldurchmesser zu erhalten, der nicht größer ist als 0,1 µm, wird ein beträchtlicher Zeitaufwand gebraucht, um die Dispersion zu emulgieren. Auch kann so ein übermäßig kleiner Partikeldurchmesser in einer signifikanten Zunahme der Viskosität resultieren. Aus diesen Gründen ist es vorzuziehen, daß die untere Grenze größer als 0,1 µm ist.

Das Material der wärmeakkumulierenden Mischung, das bei der vorliegenden Erfindung benutzt wird, darf zusätzlich entunterkühlendes Material einschließen. Damit ist es möglich das Phänomen zu vermeiden, daß der

Schmelzpunkt und der Erstarrungspunkt sich unterscheiden, das heißt, das Unterkühlungsphänomen. Als Resultat erhält man eine wärmeakkumulierende Zusammensetzung, die wiederholt in einem weiter verengten Temperaturbereich schmilzt und erstarrt.

Zur Benutzung als die Unterkühlung verhinderndes Material eignet sich eine Verbindung, die einen Schmelzpunkt von 40°C oder höher hat, das heißt, Carbonsäuren wie Stearinsäure, Palmitinsäure, oder Alkohole wie Stearyl-Alkohol, Octandiol, Amide wie Ethylenbiamid, Stearinsäureamid. Vorzugsweise wird das die Unterkühlung verhindernde Material im Bereich von 0,1 bis 20% (w/w) im Verhältnis zum Gewicht des wärmeakkumulierenden Materials zugefügt. Wenn die Menge geringer als der obige Bereich ist, wird der Effekt des die Unterkühlung verhindernden Materials unzureichend sein. Wenn umgekehrt die Menge größer als der obige Bereich ist, wird das zu einer Reduktion der Menge der Schmelzwärme führen.

Die kalte wärmeübertragende Mikrokapsel-Dispersion der vorliegenden Erfindung, die auf die oben beschriebene Art zu erhalten ist, kann das Ziel der Erfindung ausreichend erfüllen, selbst wenn die Dispersion allein benutzt wird. Jedoch können je nach Notwendigkeit zu dieser Dispersion solche Materialien hinzugefügt werden wie Ethylenglykol, Propylenglykol, unterschiedliche Arten von anorganischen Salzen, unterschiedliche Arten von antiseptischen Agensen, Verdickern, Dispersionsadjuvantien, Agensen zur Einstellung des spezifischen Gewichts, Benetzungsmittel, Aggregate, wasserbehandelnde Mittel, flüssigkeiteinstellende Mittel, verschiedene anorganische oder organische Pigmente oder Farbstoffe.

Weitere und andere Gegenstände, Eigenschaften und Effekte der Erfindung werden aus der folgenden detaillierteren Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen offensichtlich werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 ist eine konzeptionelle Ansicht einer wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersion;
 Fig. 2 ist eine konzeptionelle Ansicht eines Absorptions-Klimatisierungssystems;
 Fig. 3 ist ein Graph, der die Verteilung der Partikeldurchmesser von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln bezüglich einer ersten Ausführungsform zeigt;
 Fig. 4 ist ein Graph, der die Verteilung der Partikeldurchmesser von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln in einer Kapsel-Dispersion kleinen Durchmessers zeigt;
 Fig. 5 ist ein Graph, der die Verteilung von Partikeldurchmessern wärmeakkumulierender Mikrokapseln in einer Kapsel-Dispersion großen Durchmessers zeigt;
 Fig. 6 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Reynoldszahl und der Wärmetransferrate zeigt;
 Fig. 7 ist ein weiterer Graph, der die Beziehung zwischen der Reynoldszahl und der Wärmetransferrate zeigt; und
 Fig. 8 ist noch ein weiterer Graph, der die Beziehung zwischen der Reynoldszahl und der Wärmetransferrate zeigt.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Bevorzugte Ausführungsformen von wärmeakkumulierenden Mikrokapseldispersionen bezüglich der vorliegenden Erfindung werden jetzt im Detail mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden.

Wie in Fig. 1 dargestellt, beinhaltet diese wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion in einem stabilen dispergierten Zustand in einem fluiden Wärmetransfermedium 3 eine Anzahl von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers, die jeweils eine Mikrokapsel 2 aufweisen, wobei darin eine organische Verbindung 1 untergebracht ist, die in Verbindung mit einem Phasenübergang ihrerseits als wärmeakkumulierendes Material fungiert.

In der Dispersion ist zusätzlich zu den wärmeakkumulierenden Mikrokapseln A, welche oben beschrieben sind, auch eine Anzahl von die thermische Grenzschicht umrührenden Partikeln B dispergiert.

Hier hat die wärmeakkumulierende Mikrokapsel A einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens von etwa 1 bis 5 µm; wohingegen das die thermische Grenzschicht umrührende Partikel B einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens von nicht weniger als 5 µm und weniger als 100 µm hat (weiter bevorzugt zwischen 10 und 100 µm). Weiterhin kann dieses die thermische Grenzschicht umrührende Partikel B auf zwei unterschiedliche Arten konstruiert sein. Nämlich werden diese Partikel B im Falle des ersten Typs in Form von anderen wärmeakkumulierenden Mikrokapseln wie die wärmeakkumulierenden Mikrokapseln A, welche oben beschrieben sind, zur Verfügung gestellt. Im Falle des zweiten Typs der Konstruktion werden diese Partikel B in Form von Monophasen-Partikeln ("Dummy"-Partikel) zur Verfügung gestellt, die ein vorbestimmtes Muster der Verteilung der Partikeldurchmesser haben.

Als nächstes werden die jeweiligen Komponenten der Dispersion besonders beschrieben werden.

Die organische Verbindung 1 ist als wärmeakkumulierendes Material hergestellt aus: geraden Kettenparaffinen (Kohlenwasserstoffverbindungen der aliphatischen Gruppe) wie Pentadecan, Hexadecan, Tetradecan oder dergleichen; Kohlenwasserstoffverbindungen der aromatischen Gruppe (Benzol, P-Xylol oder dergleichen); Fettsäuren (geradkettige Carbonsäuren wie Nonansäuren oder Decansäuren allein oder in Kombination); und organische Verbindungen wie Esterverbindungen alleine oder in Kombination.

Die Mikrokapsel 2 besteht aus die Kapsel formendem Material wie Kondensationspolymeren aus z. B. Melaminharz, Karbamitharz, Phenolharz, Nylon oder einem Acrylpolymer aus z. B. Polystyrol, Polymethylmethacrylat.

Das Monophasen-Partikel (Dummy-Partikel) besteht aus z. B. einem Melaminharzpartikel, Karbamitpartikel, Polystyrolpartikel, Polyethylenpartikel, Carbonpartikel, Weizenmehl usw. Weiterhin kann dieses Dummy-Parti-

kel in Form einer Mikrokapsel zur Verfügung stehen, die keine wärmeakkumulierende Kapazität hat. Auch sollte vorzugsweise, um eine stabile Dispersion sicherzustellen, das spezifische Gewicht des Monophasenpartikels im wesentlichen gleich dem des flüssigen Mediums sein, in dem das Partikel dispergiert ist.

Weiterhin besteht das fluide Transfermedium 3 z. B. aus Wasser, wie oben beschrieben. In diesem Fall können dem Medium je nach Notwendigkeit Ethylenglykol, Propylenglykol, verschiedene Arten anorganischer Salze, antiseptische Agensien, verschiedene Arten von nichtverschlechternden Agensien, Dispersionadiovantien, Agensien zur Einstellung der spezifischen Dichte, Netzmittel usw. beigefügt sein.

Als nächstes ist bezüglich der Verhältnisse der oben beschriebenen Komponenten vorzugsweise das Verhältnis der dispergierten Partikel (d. h. der Summe der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln A kleinen Durchmessers und der die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel B), die in der ganzen Dispersion anwesend sind, 5 bis 50 Gewichtsprozent und weiter bevorzugt 10 bis 20 Gewichtsprozent.

Weiterhin ist das Verhältnis der die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel B in Bezug auf die gesamte Dispersion vorzugsweise 0,1 bis 20 Gewichtsprozent und weiter bevorzugt 1 bis 10 Gewichtsprozent.

Wenn jetzt die die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel B in Form von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln großen Durchmessers zur Verfügung stehen, die in Kombination mit wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers zu benutzen sind, wird es vorgezogen, daß das Verhältnis zwischen dem wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers und den wärmeakkumulierenden Mikrokapseln großen Durchmessers 49 : 1 bis 1 : 1 (Gewichtsverhältnis) und weiter bevorzugt 10 : 1 bis 5 : 1 ist.

Wie oben beschrieben sollte für den Fall, daß die die thermische Grenzschicht umrührenden Partikel B in Form von wärmeakkumulierenden Mikrokapseln zur Verfügung stehen, die Verteilung der Partikeldurchmesser der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln A und B zusammen als ganzes einen ersten Partikeldurchmesser-Peak im Bereich von 1 bis 5 µm und einen zweiten Partikeldurchmesser-Peak im weiteren Bereich von nicht kleiner als 5 µm und kleiner als 100 µm (weiter bevorzugt 10 bis 100 µm) haben. Weiterhin sollte die Höhe des Peaks für den Durchmesser des zweiten Partikels nicht wesentlich diejenige des Peaks für den Durchmesser des ersten Partikels überschreiten.

Die einfachste Methode die oben beschriebene Verteilung der Partikeldurchmesser zu erhalten ist, eine Art von Partikeln, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens in einem Bereich von 1 bis 5 µm haben, und eine andere Art von Partikeln zu mischen, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens in einem weiteren Bereich von nicht weniger als 5 µm und weniger als 100 µm zu mischen. Weiterhin sollte die Verteilung der Partikeldurchmesser bezüglich der zwei Arten von Partikeln, die die Mischung bilden, zusammen so sein, daß in jeder Verteilung die Häufigkeit des Partikeldurchmessers monoton mit der Abweichung des Partikeldurchmessers vom Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens abnimmt.

Um die oben beschriebene Verteilung der Partikeldurchmesser zu erhalten wird bevorzugt, das die Mischung die Partikel kleinen Durchmessers, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens zwischen 1 und 5 µm aufweisen und Partikel mit Partikeldurchmessern kleiner als 10 µm beinhalten, zu mehr als 70% und die Partikel großen Partikeldurchmessers, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens im Bereich größer als 5 µm und kleiner als 100 µm (weiter bevorzugt bei 10 bis 100 µm) aufweisen und Partikel mit einem Partikeldurchmesser größer als 10 µm beinhalten, zu mehr als 70% enthält. Weiterhin ist es bevorzugt, daß das Mischungsverhältnis zwischen den Partikeln kleinen Durchmessers und den Partikeln großen Durchmessers größer als 2 : 8 ist.

Nun bezeichnet der "Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens", auf den sich oben bezogen wurde, einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser von Volumen-konvertierten Werten der Mikrokapseln. Im Prinzip werden die Mikrokapseln in Gruppen unterschiedlichen Partikeldurchmessers nach der anwachsenden Ordnung des Durchmessers sortiert. Dann besteht der Durchmesser des durchschnittlichen Partikelvolumens aus dem Wert des Partikeldurchmessers, den man erhält, wenn 50 Volumenprozent der Partikel sortiert werden sind. Obwohl die Messung des Durchmessers des Partikelvolumens möglich ist, indem man die Partikel tatsächlich mit einem Mikroskop beobachtet, ist die Messung in einer automatischen Art einfacher, indem man einen allgemein erhältlichen Apparat zur elektrischen oder optischen Messung des Partikeldurchmessers benutzt. Bei der vorliegenden Ausführungsform wurde diese Messung des Durchmessers des durchschnittlichen Partikelvolumens unter Verwendung des "Coulter Multi Sizer" vorgenommen (hergestellt von Coulterelectronics Limited, Britain, Aperturgröße: 50 µm).

Die wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion, die die oben beschriebene Zusammensetzung und Konstruktion hat, bietet eine höhere Wärmetransferrate als konventionelle Dispersionen einschließlich der oben beschriebenen wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers A alleine.

Als nächstes werden die Anwendungen der wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersion beschrieben werden.

Die Mikrokapsel-Dispersion kann als Wärmetransfermedium in einem Klimatisierungssystem eingesetzt werden, das ein Absorptions- oder Kompressionskältegerät verwendet, so daß die Funktion der Freigabe der akkumulierten Wärme des Wärmetransfermediums z. B. für die Kühlung von Luft in einem Bürohaus verwendet werden wird.

Genauer wird im Falle eines solchen Klimatisierungssystems, wie es in Fig. 2 gezeigt wird, eine zirkulierende Passage, die aus einer Leitung Q geformt ist, zwischen einem Verdampfer R, der im freien angeordnet ist, und einem kühlenden Bauteil S zur Verfügung gestellt, das im Inneren angeordnet ist. Und eine Zirkulationspumpe P generiert die Zirkulation der wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersion, die sich in der Leitung Q befindet. Folglich transferiert die Dispersion die kalte Wärme, die beim im Freien befindlichen Bauelement R generiert wurde, zum im Inneren befindlichen kühlenden Bauelement S und Abwärme aus dem Inneren wird zum im Freien befindlichen Bauelement R geleitet, um von diesem ins Freie abgegeben zu werden.

Als nächstes werden spezifische Ausführungsformen der wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersion

beschrieben werden.

In diesen jeweiligen Ausführungsformen wird die Kapseldispersion kleinen Durchmessers einschließlich der wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers A, die hierin stabil dispergiert sind, mit der Kapseldispersion großen Durchmessers unter einem vorgegebenen Mischungsverhältnis vermischt. Alternativ werden die Monophasen-Partikel (d. h. die "Dummy"-Partikel) in die Kapseldispersion kleinen Durchmessers gemischt und dispergiert. 5

Die Kapseldispersion kleinen Durchmessers entspricht der konventionellen Dispersion.

Als nächstes wird der Herstellungsprozeß der Kapseldispersion kleinen Durchmessers, der Kapseldispersion großen Durchmessers und der Dispersion bezüglich der vorliegenden Erfindung spezifisch beschrieben werden. 10

(1) Herstellung der Kapseldispersion kleinen Durchmessers

Zu 5 g Melaminpulver werden 6,5 g 37%iger Formaldehydlösung und 10 g Wasser hinzugefügt, um den PH-Wert auf 8 einzustellen. Dann wurde die resultierende Lösungsmischung auf ungefähr 70°C erhitzt, wobei mit anfänglicher Kondensation eine wäßrige Melamin-Formaldehydlösung erzielt wurde. Davon getrennt wurden unter heftigem Umrühren zu 100 g Natriumsalz in wäßriger Lösung von 5% Styrol-Malein Anhydrid Copolymer eingestellt auf einen PH-Wert von 4,5. 80 g n-Pentadecane als eine organische Verbindung, die einem Phasenübergang unterworfen ist, hinzugefügt, wodurch die Emulgation beeinflußt wurde bis der Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens von 1 bis 5 µm erzielt war. Zu dieser emulgierten Flüssigkeit wurde die ganze Menge der oben beschriebenen Anfangskondensation wäßriger Lösung an Melamin-Formaldehyd hinzugefügt und zusammen bei 70°C für zwei Stunden umgerührt. Dann wurde die Mischung auf einen PH-Wert 9 eingestellt, um den Einschließungsprozeß zu vervollständigen. Die Verteilung der Partikeldurchmesser der resultierenden Dispersion ist in Fig. 4 dargestellt. 15 20

(2) Herstellung der Kapseldispersion großen Durchmessers 25

Unter Verwendung ähnlicher Materialien und Prozessen wie für die Herstellung der Kapseldispersion kleinen Durchmessers oben beschrieben wurde eine Dispersion erzielt, die einen Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens von 10 bis 15 µm hat. Die Verteilung der Teilchendurchmesser dieser Dispersion ist in Fig. 5 dargestellt. 30

(3) Erste Ausführungsform

Die oben beschriebene Kapseldispersion großen Durchmessers und die Kapseldispersion kleinen Durchmessers wurden im Verhältnis 1 : 9 gemischt, wodurch eine erste wärmeakkumulierende Mikrokapseldispersion erzielt wurde. Die Verteilung der Partikeldurchmesser dieser Dispersion ist in Fig. 3 dargestellt. In dieser Figur kann man sehen, daß die Verteilung einen ersten Peak P1 für Partikeldurchmesser und einen zweiten Peak P2 für Partikeldurchmesser hat und daß der zweite Peak P2 für Partikeldurchmesser kleiner ist als der erste Peak für Partikeldurchmesser. Es wurde bestätigt, daß diese Dispersion sich unter stabilen Dispersionsbedingungen befand. 35 40

(4) Zweite Ausführungsform

Die oben beschriebene Kapseldispersion großen Durchmessers und Kapseldispersion kleinen Durchmessers wurden im Verhältnis 2 : 8 gemischt, wodurch eine zweite wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion erzielt wurde. Es wurde sichergestellt, daß diese Dispersion sich unter stabilen Dispersionsbedingungen befand. 45

(5) Dritte Ausführungsform

Zu der Kapseldispersion kleinen Durchmessers wurden Melaminharzpartikel die einen Durchmesser durchschnittlichen Partikelvolumens von 30 µm als Dummy-Partikel in 4 Gewichtsprozent bezogen auf das Gewicht der ganzen Dispersionsmischung gemischt, wodurch eine dritte wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion erzielt wurde. Auch in diesem Fall wurden die Dummy-Partikel stabil in der Flüssigkeit dispergiert. 50

Die Wärmetransferaten: h_i der wärmeakkumulierenden Mikrokapsel-Dispersionen, die in der oben beschriebenen Art erzielt wurden, bezogen auf die Reynoldszahl: Re sind in den Fig. 6 bis 8 dargestellt. 55

In Fig. 6 repräsentiert die Kreuzmarkierung "x" die erste Ausführungsform; die durchgezogene Linie schwarzer runder Punkte bezeichnet die Kapseldispersion großen Durchmessers; und die gestrichelte Linie weißer runder Punkte repräsentiert die Kapseldispersion kleinen Durchmessers gemäß dem Stand der Technik. Weiterhin repräsentiert die gestrichelte Linie mit drei Ecken Wasser für sich. Wie man aus dieser Figur ersehen kann, wird eine deutliche Verbesserung der Wärmetransferrate h_i für die gleiche Reynoldszahl Re erzielt. 60

Fig. 7 korrespondiert mit Fig. 6. In dieser Fig. 7 repräsentiert die durchgezogene Linie schwarzer runder Punkte die zweite Ausführungsform; die durchbrochene Linie weißer runder Punkte repräsentiert die Kapseldispersion kleinen Durchmessers entsprechend dem Stand der Technik. Wie man aus dieser Figur sehen kann, wird eine deutliche Verbesserung in der Wärmetransferrate h_i für die gleiche Reynoldszahl Re erzielt.

Fig. 8 korrespondiert auch mit Fig. 6. In dieser Fig. 8 repräsentiert die durchgezogene Linie schwarzer runder Punkte die dritte Ausführungsform; die durchbrochene Linie weißer runder Punkte repräsentiert die Kapseldispersion kleinen Durchmessers entsprechend dem Stand der Technik. Auch in diesem Fall wird eine deutliche Verbesserung der Wärmetransferrate h_i für die gleiche Reynoldszahl Re erzielt. 65

Als nächstes werden die Ausführungsformen der wärmeakkumulierenden Materialien, die in der Ausführungsform benutzt werden, in Zusammenhang mit einem vergleichenden Beispiel beschrieben werden.

Zufälligerweise wurden die in den Ausführungsformen beschriebenen Schmelzwärmemengen unter Verwendung eines Differentialkalorimeters gemessen (Typ DSC-7, hergestellt von Perkin Elmer Co., Ltd. USA). Der Schmelzpunkt und der Erstarrungspunkt sind jeweils Peak-Temperaturen zur Zeit der Wärmeabsorption und Wärmegenerierung. Der "Temperaturbereich" bezeichnet den Bereich zwischen dem Anfang und Ende des Schmelz- oder Erstarrungsprozesses. Auch bezeichnen die Schmelzwärmemenge und die Erstarrungswärmemenge die Wärmemengen pro absolutem trockene Einheitsgewicht der Mikrokapseln bei 5 bis 13°C.

Beispiel 1

Zu 20 g Melaminpulver wurden 26 g 37%iger wäßriger Formaldehydlösung 50 g Wasser hinzugefügt, um den PH-Wert auf 8 einzustellen. Dann wurde die resultierende Lösungsmischung auf ungefähr 70°C aufgeheizt, wodurch eine Anfangskondensation wäßriger Lösung von Melamin-Formaldehyd erzielt wurde. Davon getrennt wurde zu 100 g Natriumsalz wäßriger Lösung von 5% Styrol-Malein Anhydrit Copolymer eingestellt auf PH 4,5 eine flüssige Lösung, die durch Lösen von 4 g Stearylalkohol als unterkühlungsverhindernde Agens in 40 g Pentadecan und 40 g Hexadecan erzielt wurde, unter heftigem Umrühren hinzugefügt wodurch die Emulgation beeinflusst wurde, bis ein Durchmesser des durchschnittlichen Teilchenvolumens von 2 µm erreicht war.

Zu dieser emulgierten Flüssigkeit wurde die ganze Menge der oben beschriebenen Anfangskondensation flüssiger Melamin-Formaldehydlösung hinzugefügt und zusammen bei 70°C zwei Stunden lang umgerührt. Dann wurde die Mischung mit 20% kaustischer wäßriger Sodalösung auf einen PH-Wert von 9 eingestellt, wodurch die wärmeakkumulierende Material enthaltende Mikrokapseldispersion erzielt wurde. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Messungen der Schmelz- und Erstarrungsbedingungen der resultierenden Mikrokapseldispersion, wie sie durch ein Differentialkalorimeter gemessen wurden.

Beispiel 2

Um wärmeakkumulierendes Material zu erhalten, wurden in einer Mischung aus 16 g Pentadecan und 64 g Hexadecan 2 g Stearinsäure als die Unterkühlung verhindernde Agens gelöst und dann wurde diese Mischung dem gleichen Einkapselungsprozeß wie bei der Ausführungsform 1 unterworfen, wodurch eine Mikrokapseldispersion erzielt wurde. Tabelle 1 zeigt die Resultate der Messungen der Schmelz- und Erstarrungsbedingungen der resultierenden Mikrokapseldispersion, wie sie durch ein Differentialkalorimeter gemessen wurden.

Beispiel 3

Zur Erzielung wärmeakkumulierenden Material wurden in einer Mischung von 56 g Pentadecan und 24 Hexadecan 2 g Stearinsäureamid als die Unterkühlung verhindernde Agens gelöst, und dann wurde diese Mischung dem gleichen Einkapselungsprozeß wie in Beispiel 1 unterworfen, wodurch eine Mikrokapsel-Dispersion erhalten wurde. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Messungen von Schmelz- und Erstarrungsbedingungen der resultierenden Mikrokapsel-Dispersion, wie sie durch ein Differentialkalorimeter gemessen wurden.

Kontrollbeispiele 1 bis 6

Die wärmeakkumulierenden Zusammensetzungen der Kontrollbeispiele, wie sie in Tabelle 1 dargestellt sind, wurden dem gleichen Einkapselungsprozeß wie in Beispiel 1 unterworfen.

Tabelle 1 zeigt sowohl die gemessenen Schmelz- und Erstarrungspunkte als auch die Mengen der Schmelz- und Erstarrungswärme, welche von diesen Zusammensetzungen bei 5 bis 13°C akkumuliert werden können.

Wie aus den in Tabelle 1 gezeigten Resultaten hervorgeht, kann man durch den Gebrauch von Mikrokapsel-Dispersionen, welche in Übereinstimmung mit den Ausführungsformen der Erfindung die Mischung aus Pentadecan und Hexadecan als Transfermedium für die kalte Wärme enthalten, eine Mikrokapsel-Dispersion zur Übertragung kalter Wärme erzielen, welche im erwünschten Temperaturbereich von 5 bis 13°C vollständig geschmolzen oder gefroren sein kann und welche zur Akkumulation einer Schmelz oder Erstarrungswärmemenge von mehr als 30 kcal/kg in diesem erwünschten Temperaturbereich fähig ist.

Im Fall der wärmeakkumulierenden Materialzusammensetzungen der Kontrollproben weichen andererseits die Schmelz oder Erstarrungspunkte wesentlich von dem erwünschten Temperaturbereich ab. Daher sind diese als Transfermedium für latente Wärme ungeeignet.

Die Erfindung kann in anderen spezifischen Formen ausgeführt werden, ohne den Geist ihrer wesentlichen Charakteristika zu verlassen. Die gegenwärtigen Ausführungsformen sind deshalb in jeder Hinsicht als illustrativ und nicht restriktiv zu betrachten, wobei der Bereich der Erfindung vielmehr durch die beigefügten Ansprüche als durch die vorausgegangene Beschreibung aufgezeigt wird und wobei alle Änderungen, welche innerhalb der Bedeutung und des Äquivalenzbereiches der Ansprüche aufkommen deshalb darin eingeschlossen zu werden beabsichtigt sind.

TABELLE I

| Beispiel | Wärmeakkumulierende Materialzusammen- setzung (Schmelzpunkt) | | Mischungs- verhältnis | Schmelzpunkt (Temperaturbereich) °C | Erstarrungspunkt (Temperaturbereich) °C | Schmelzwärme- menge Erstarrungs- wärmenmenge kcal/kg |
|--------------------|---|-------------------------------|--------------------------|---|---|--|
| Beispiel 1 | Hexa- decan | Penta- decan | 5:5 | 11,1 (8,2~13,7) | 9,5 (7,4~11,1) | 41 42 |
| Beispiel 2 | Hexa- decan | Penta- decan | 8:2 | 12,8 (11,2~17,9) | 11,8 (9,8~14,6) | 32 38 |
| Beispiel 3 | Hexa- decan | Penta- decan | 3:7 | 10,7 (9,2~12,8) | 7,6 (5,2~8,8) | 37 38 |
| Kontrollbeispiel 1 | -- | Penta- decan | 0:10 | 8,0 (5,1~11,3) | 6,2 (3,9~8,2) | 26 14 |
| Kontrollbeispiel 2 | Hexa- decan | -- | 10:0 | 16,7 (15,1~21,3) | 15,0 (9,5~15,5) | 0 49 |
| Kontrollbeispiel 3 | Hexa- decan | Paraffin- wachs (60 °C) | 5:5 | 8,5 (5,5~16,3) | 5,5 (4,2~10,5) | 25 23 |
| Kontrollbeispiel 4 | Hexa- decan | Tetra- decan | 9:1 | 11,1 (1,2~13,4) | 9,5 (3,3~14,5) | 18 21 |
| Kontrollbeispiel 5 | Hexa- decan | Dodecan | 9:1 | 15,2 (4,7~19,1) | 10,1 (8,3~16,4) | 23 25 |
| Kontrollbeispiel 6 | Penta- decan | Palmitin- säure- methyl | 5:5 | 7,5 (2,8~13,5) | 3,2 (1,6~9,2) | 12 6 |

Patentansprüche

1. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion mit:

5 einer Mikrokapsel (A) vorgesehen als ein wärmeakkumulierendes Material kleinen Durchmessers beinhal-
tend eine organische Verbindung fungierend als wärmeakkumulierendes Material in Verbindung mit einem
Phasenübergang davon untergebracht in der Mikrokapsel; und
einem fluiden Wärmetransfermedium (3), das eine Anzahl von Mikrokapseln (A) beinhaltet, die darin stabil
dispergiert sind;

10 gekennzeichnet durch eine Anzahl von thermische Grenzschicht störenden Partikeln (B), die im fluiden
Wärmetransfermedium (3) dispergiert sind, wobei die Partikel (B) einen Durchmesser des durchschnittli-
chen Partikelvolumens zwischen $0,1 \times D$ und $1,9 \times D$ bezogen auf eine Schichtdicke (D) einer thermischen
Grenzschicht aufweisen, die innerhalb einer wärmeaustauschenden Passage geformt ist, durch welche die
Dispersion zu fließen verursacht wird, und wobei die Partikel (B) die thermische Grenzschicht in Verbin-
dung mit einer Bewegung davon innerhalb der wärmeaustauschenden Passage stören.

15 2. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers (A) einen Durchmesser des Durch-
schnittpartikelvolumens von 1 bis 5 μm haben; und

daß die die thermische Grenzschicht störenden Partikel (B) einen Durchmesser des Durchschnittspartikelvo-
lums von nicht kleiner als 5 μm und kleiner als 100 μm aufweisen.

20 3. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die die thermische Grenzschicht störenden Partikel (B) wärmeakkumulierende Mikrokapseln großen
Durchmessers enthalten, von denen eine jede eine Mikrokapsel aufweist, in der eine organische Verbindung
untergebracht ist, die als wärmeakkumulierendes Material in Verbindung mit einem Phasenübergang davon
fungiert.

25 4. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die
wärmeakkumulierenden Mikrokapseln kleinen Durchmessers (A) und die wärmeakkumulierenden Mikro-
kapseln großen Durchmessers (B) in einem Verhältnis zwischen 49 : 1 bis 1 : 1 gemischt sind.

30 5. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die die thermische Grenzschicht störenden Partikel (B) eine oder mehrere Arten enthalten, welche aus der
Gruppe ausgewählt sind, welche aus Melaminharzpartikeln, Carbamidharzpartikeln, Polyethylenpartikeln,
Carbonpulver und Weizenmehl besteht.

7. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die organische Verbindung, die als wärmeakkumulierendes Material in Verbindung mit einem
Phasenübergang davon fungiert, eine aliphatische Hydrocarbonverbindung enthält.

35 8. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die
aliphatische Hydrocarbonverbindung eine Mischung aus Hexadecan und Pentadecan enthält.

9. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die
Mikrokapsel darin auch entunterkühlendes Material unterbringt.

40 10. Wärmeakkumulierende Mikrokapsel-Dispersion nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das
Mischungsverhältnis zwischen Hexadecan und Pentadecan im Bereich zwischen 8 : 2 und 1 : 9 liegt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

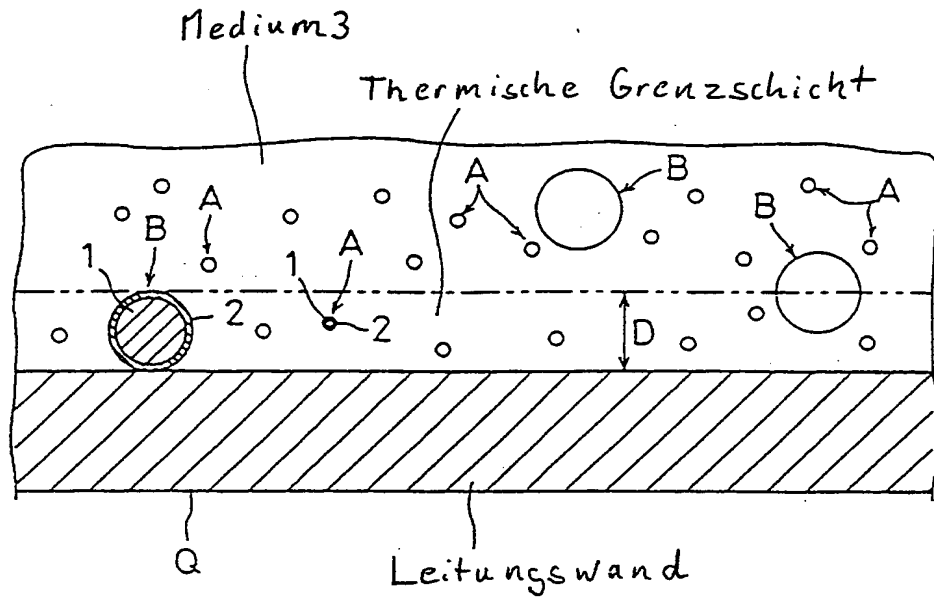


FIG. 2

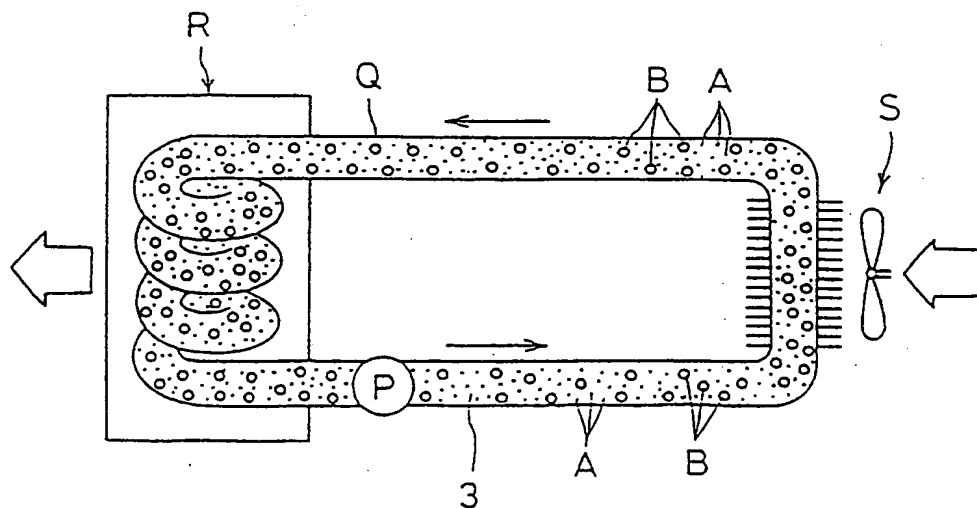


FIG. 3

Partikeldurchmesser

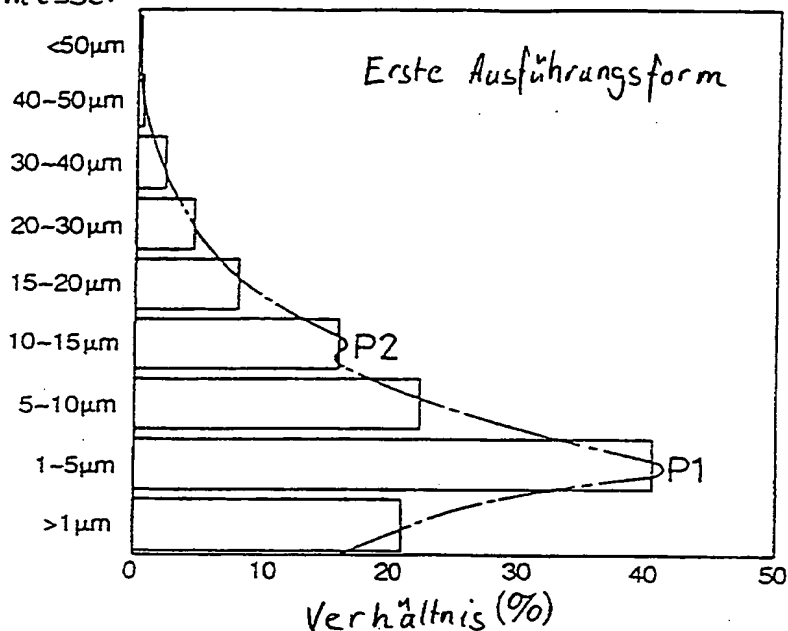


FIG. 4

Partikeldurchmesser

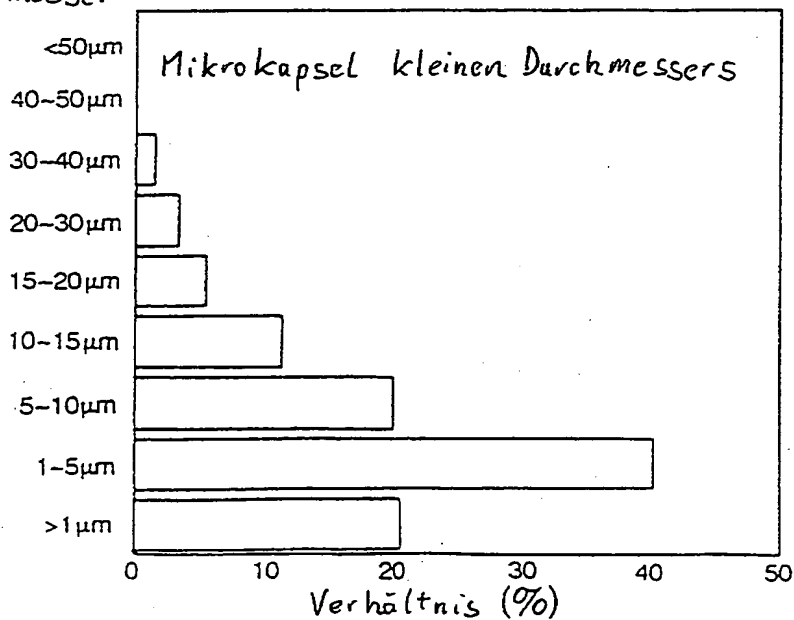


FIG. 5

Partikel durchmesser

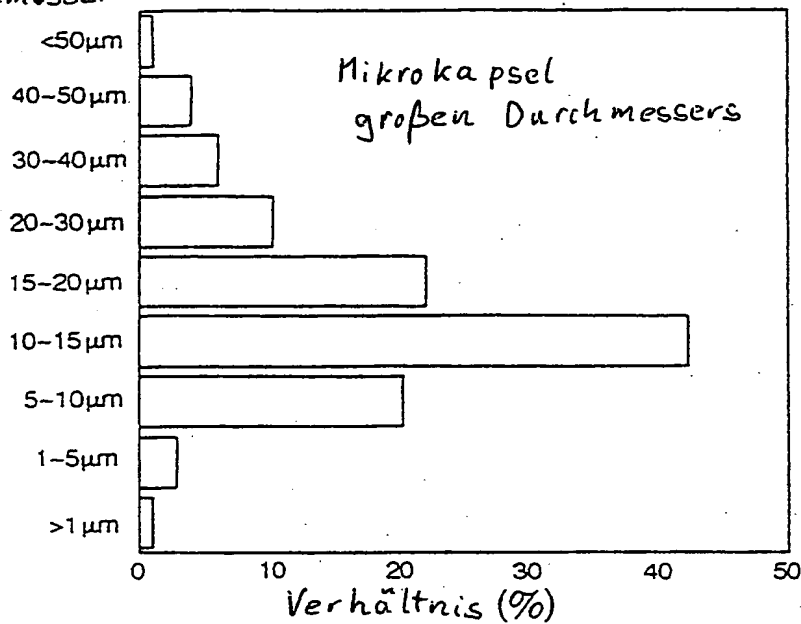


FIG. 6

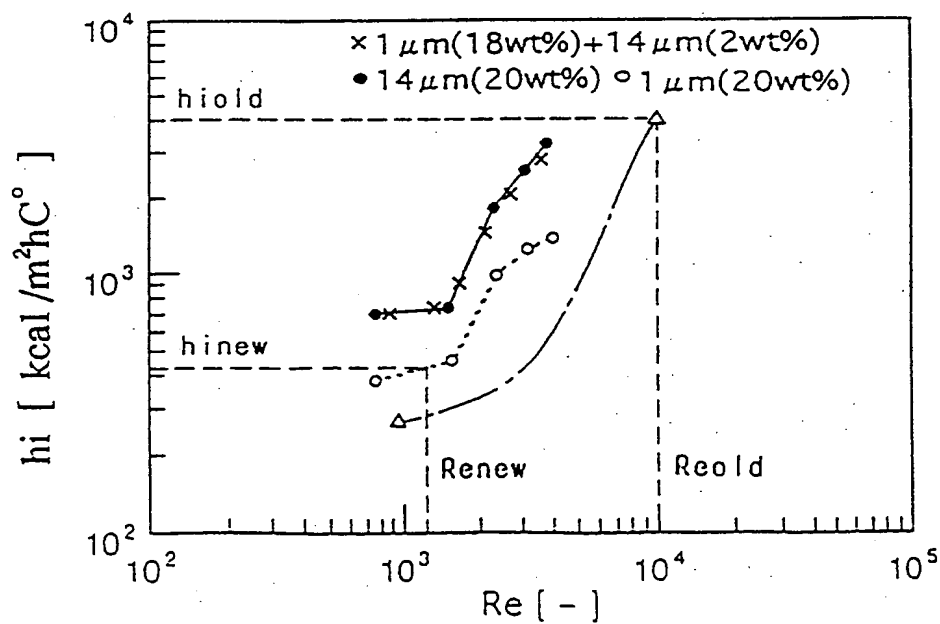


FIG. 7

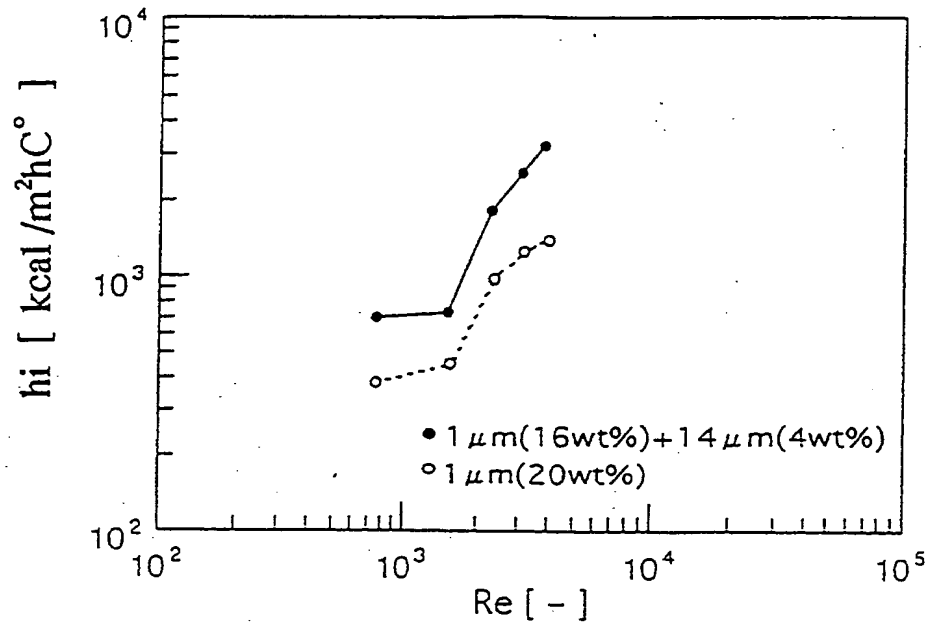


FIG. 8

